



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **04159426 A**(43) Date of publication of application: **02.06.92**

(51) Int. Cl.

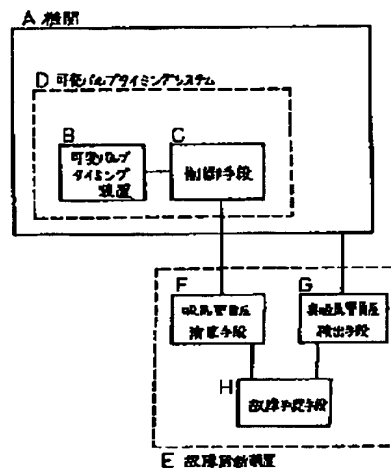
**F02D 13/02**  
**F02D 45/00**(21) Application number: **02281295**(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**(22) Date of filing: **18.10.90**(72) Inventor: **KASHIWAKURA TOSHIMI****(54) TROUBLE DIAGNOSTIC DEVICE OF VARIABLE VALVE TIMING SYSTEM****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To perform trouble diagnosis without providing any special device by comparing an intake pipe negative pressure obtained by estimated calculation with an actually measured intake pipe negative pressure based upon an engine operational condition at the time of valve timing indicated by a control means, and judging pressure of a trouble when the difference is more than a specified value.

**CONSTITUTION:** A variable valve timing system D is provided with a variable valve timing device B which varies the valve timing of the intake/exhaust valve of an internal combustion engine A and a control means c which operates the variable valve timing device B in response to the operational condition of the engine. In a trouble diagnostic device E of the system D like this, there are provided an intake pipe negative pressure calculation means F which calculates the intake pipe negative pressure based on the valve timing indicated by the control means C, and the operational condition of the engine A, and a real intake pipe negative pressure detection means G which detects the real intake pipe negative pressure, and a trouble judging means H which receives those output signals. The intake pipe negative

pressure found out by the calculation is compared with the real intake pipe negative pressure, and it is judged that some trouble is pressed when the difference is more than a specified value.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&amp;Japio



## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-159426

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>F 02 D 13/02  
45/00

識別記号

3 6 6 G  
Z

庁内整理番号

6502-3G  
8109-3G

⑬ 公開 平成4年(1992)6月2日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 可変バルブタイミングシステムの故障診断装置

⑮ 特 願 平2-281295

⑯ 出 願 平2(1990)10月18日

⑰ 発 明 者 柏 倉 利 美 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

⑱ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

可変バルブタイミングシステムの故障診断装置

## 2. 特許請求の範囲

内燃機関の吸排気弁のバルブタイミングを可変とする可変バルブタイミング装置と、

該可変バルブタイミング装置を機関の運転状態に応じて作動させる制御手段とを有する可変バルブタイミングシステムの故障診断装置であって、

前記制御手段によって指示されたバルブタイミング及び機関の運転状態に基づく吸気管負圧を演算する吸気管負圧演算手段と、

実際の吸気管負圧を検出する実吸気管負圧検出手段と、

前記吸気管負圧演算手段によって求められた吸気管負圧と前記実吸気管負圧検出手段によって検出された実際の吸気管負圧とを比較し、その差が所定値以上のとき故障と判定する故障判定手段とを有することを特徴とする可変バルブタイミングシステムの故障診断装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は内燃機関の吸排気弁のバルブタイミングを変更する可変バルブタイミングシステムの故障を診断する故障診断装置に関する。

〔従来の技術〕

一般に、エンジンの吸排気弁のバルブタイミングを、エンジンの運転状態に応じて変えることが望ましい。

そこで、従来より様々な可変バルブタイミングシステムが提案されており、エンジンの運転状態に応じて吸排気弁のバルブタイミングを変更するようにしている。

ところが、このような可変バルブタイミングシステムが設けられた機関の、可変バルブタイミング装置の故障時において、吸排気弁のバルブタイミングが、あるバルブタイミングに固定されると、バルブタイミングが異なる他の運転状態に悪い影響を与えるという不具合が生じる。例えば、高負荷用のバルブタイミングから、低負荷用のバルブ

タイミングへの切り換えが不能となった場合には、低負荷時においても高負荷用のバルブタイミングに従って運転されることとなるので、オーバーラップ量が大きすぎるためにガスの吹き抜け等が発生し、これに従って燃焼室への空気の充填量が減少し燃焼性が悪化する。特にアイドル時の場合、このようなエンジンにおいては通常、低負荷用バルブタイミングによって運転されるようになっていたため、高負荷用バルブタイミングで運転されるとオーバーラップ量が大きすぎて残留ガス量が増大し、エンジンストールが発生する恐れがある。

そこで、吸排気弁のバルブタイミングを可変的に制御できる可変バルブタイミングシステムが設けられた機関において、可変バルブタイミング装置に故障が生じたときに、所定のバルブタイミングに強制的に戻し、一定の運転性能を確保するようにした可変バルブタイミングシステムの故障診断装置が特開昭60-159409号公報によって提案されている。これによれば、可変バルブタイミング装置の移動部材に連係するポジションセ

ンサが設けられ、制御回路によって指示された移動部材の目標位置とそのポジションセンサによって実測された移動部材の位置とを比較し、実測の位置が指示された目標位置でない状態が所定時間以上続けば故障と判定するようにしている。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところが、上記のような可変バルブタイミングシステムの場合、故障診断のために前記ポジションセンサ等、特別な装置が必要となるため、コストの増大、製造性の悪化、システムの複雑化等の問題があった。

従って本発明では、前記移動部材の位置をパラメータとせず、その代用値として、各諸条件を固定としたとき、バルブタイミングに対して、線形な関係となる他のパラメータのうち、従来より機関の制御に使用していたパラメータを用いて故障診断を行うことにより、故障診断装置として特別な装置を設けることなく、上記問題を解決することを目的としている。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成する本発明の構成が、第1図のクレーム対応図に示される。すなわち本発明は、内燃機関Aの吸排気弁のバルブタイミングを可変とする可変バルブタイミング装置Bと、該可変バルブタイミング装置Bを機関の運転状態に応じて作動させる制御手段Cとを有する可変バルブタイミングシステムDの故障診断装置Eであって、該故障診断装置Eは、前記制御手段Cによって指示されたバルブタイミング及び機関Aの運転状態に基づく吸気管負圧を演算する吸気管負圧演算手段Fと、実際の吸気管負圧を検出する実吸気管負圧検出手段Gと、前記吸気管負圧演算手段Fによって求められた吸気管負圧と前記実吸気管負圧検出手段Gによって検出された実測の吸気管負圧とを比較し、その差が所定値以上のとき故障と判定する故障判定手段Hとを有することを特徴とする。

〔作用〕

前記制御手段が、そのときの運転状態に応じたバルブタイミングとなるよう前記可変バルブタイミング装置に指示すると、前記吸気管負圧演算手

段により、そのとき前記制御手段が指示したバルブタイミングと、そのときの機関運転状態に基づき、吸気管負圧が推定演算される。同時に、前記実吸気管負圧検出手段によりそのときの実測の吸気管負圧が検出される。次に、前記故障判定手段により、演算された吸気管負圧と実測の吸気管負圧とが比較され、その差が所定値以上であれば故障と判定される。

従って、故障診断装置として、特別に新たな装置を必要とせず、従来から機関に設けて使用されている吸気管圧力センサを流用するため、コストの低減、システムの簡素化が果たせる。

〔実施例〕

以下、図面に基づいて本発明による実施例を説明する。

第2図は本実施例による可変バルブタイミングシステムの全体構成図を示す。

1は吸気弁、2は排気弁、3は吸気用カムシャフト、4は排気用カムシャフト、5は吸気管、6はピストン、7は点火栓である。

この内燃機関は所謂DOHC型の内燃機関であり、吸気用、排気用のカムシャフトそれぞれは、その軸端にタイミングプーリ8、9が取り付けられ、タイミングベルト（図示せず）によってクランク軸上のプーリ（図示せず）に巻き掛けられている。これらカムシャフト8、9の回転中に、吸気弁1、排気弁2が開弁することは周知の通りである。本実施例では吸気用カムシャフト3に後述する可変バルブタイミング装置10が設けられ、吸気弁1のバルブタイミングを変更できるようになっている。

吸気管には吸気圧力センサ13が高度補正用の大気圧検出手段として設けられており、イグニッションスイッチONの直後、または低回転であってスロットル開度が全開のとき、吸気管圧力は大気圧に等しいものとして吸気管圧力センサからの信号を取り込み、大気圧の高低により燃料噴射量を制御する。例えば、機関の回転数が所定回転数以下でかつスロットル開度が全開であるとき、前記吸気管圧力センサからの信号を取り込み、その信号がほぼ大気圧に等しいとして、検出された大気

圧より吸入空気量を算出し、その吸入空気量に応じた燃料噴射量となるよう燃料噴射量を補正制御する。

吸気管圧力センサ13は、可変バルブタイミング装置10の制御回路11にもその検出信号を送っており、後述する故障診断に実吸気管負圧信号として用いる。

14は警告灯であり、システムの故障診断により故障が判定されると点灯され、運転者に故障を知らせる。

尚、この発明はSOHC型の内燃機関にも応用することができるほか、可変バルブタイミング装置も公知の色々なタイプのものが採用できる。例えば第3図のような構成とすることができる。

第3図に示した本実施例に使用する可変バルブタイミング装置について説明する。

吸気用カムシャフト3には、その軸端部周面に、インナスリーブ31がノックピン32および、ボルト33によって、カムシャフト3と一体に取り付けられている。

そのインナスリーブ31内周とカムシャフト3外周の間にはタイミングプーリ8のボス部がカムシャフト3と相対回転可能にかつ軸方向移動不能に挾持されている。

タイミングプーリ8には前記インナスリーブ31外周側を覆うようにカムシャフト3に同軸の筒状部34が形成されている。

前記インナスリーブ31の外周面および、前記筒状部34の内周面には、それぞれその全周にわたりはす歯が形成されており、インナスリーブ31と前記筒状部34の間には内外周にはす歯を有するアウトスリーブ35が前記インナスリーブ31外周の歯および前記タイミングプーリ8の筒状部34内周の歯に噛合するよう配設されている。

アウトスリーブ35はステップモータ36の駆動部37に相対回転可能にベアリング38を介して取り付けられている。

ステップモータ36の駆動部37の外周面には外ネジが形成されウォームギヤとして構成されており、前記ベアリング38の内周面には内ネジが形成され、

前記ステップモータ36の駆動部37と相対回転可能に噛合されている。

また、前記ベアリング38のステップモータ36側は軸方向に延長部39が形成されており、該延長部39の外周面の一部には軸方向に溝40が設けられ、ステップモータ36のハウジングに設けられた筒状のガイド部材41の内周面の一部に形成された突起部42と係合し、前記ベアリング38の回転方向への移動を阻止すると共に軸方向への相対移動を可能としている。

ステップモータ36によりその駆動部37が回転するとその外周に噛合され回転方向への移動が阻止されているベアリング38は軸方向へ移動し、更にはベアリング38に取り付けられたアウトスリーブ35が軸方向に移動する。

アウトスリーブ35が軸方向に移動するとインナスリーブ31とタイミングプーリ8の筒状部34が相対回転し、カムシャフト3とタイミングプーリ8との回転位相がずれることにより、バルブタイミングが変更される。

ここにおいて、前記ステップモータの駆動部37が正転すれば前記アウトスリーブ35が第3図の右方に行きバルブタイミングは進み側のタイミングとなり、駆動部37が逆転すればアウトスリーブ35は左方に行きバルブタイミングは遅れ側になるとする。

バルブタイミングは、機関の運転状態、例えば機関回転数 $N_e$ 、負荷を代表するスロットル開度 $TA$ 等で定まり、例えば、機関回転数 $N_e$ とスロットル開度 $TA$ とについていえば第5図の如く等高線 $V_1, V_2, \dots$ に従って変化する。本実施例では第5図の様な等高線はテーブルとしてコンピュータのメモリに記憶されており、機関の運転中に実測される回転数 $N_e$ 、スロットル開度 $TA$ 等よりテーブル中の一点が目標バルブタイミング位置として計算設定され、可変バルブタイミング装置10に指示される。

可変バルブタイミング装置10は、制御回路11により作動が制御されるが、制御回路11はマイクロコンピュータとしての機能を持つ。制御回路11には種々の運転状態検知センサ群からの信号が入力

されている。回転数センサ52はクランク軸上に設けた検知片の位置に応じたパルス信号を発生する。スロットル開度センサ51はスロットル弁の全閉状態を基準にスロットル弁の移動角度を検知する。水温センサ53はシリンダブロックのウォータジャケット内の冷却水に接触するように設けられ冷却水温 $THW$ を検知する。また吸気管圧力センサ54は吸気管のスロットル弁下流に設けられ、吸気管圧力 $P$ を検知する。

制御回路11はこれらのセンサ群からの信号を処理しステップモータの駆動信号を形成する。

第4図は制御回路11の大略をブロック図として示すものである。入出力ポート50はスロットル開度センサ51、回転数センサ52、水温センサ53、吸気管圧力センサ54からの信号を受ける。出力ポート60は、ラッチ回路61、ゲート62を介してステップモータ36のステータコイルに結線される。ステップモータ36は、複数の励磁コイルを持ち、磁化すべき励磁コイルを順次選択することにより、所定方向に1ステップ毎に回転する。ゲート62は、

そのような複数の励磁コイルのうちの磁化すべき一部の励磁コイルを選択する役目を持つ。また、ラッチ回路61は、ステップモータの回転すべき方向および回転すべきステップ数をマイクロコンピュータより指令を受け、それを実行するようゲート62の開閉命令を所定シーケンスに従って出力する役目を負う。尚、ステップモータ36の詳細構造については、本発明の特徴と無関係であるからここでは詳しい説明は省略する。

入出力ポート50及び出力ポート60はバス70によってマイクロコンピュータシステムの構成要素である、マイクロプロセッシングユニット71(MPU)、リードオンリメモリ72(ROM)、ランダムアクセスメモリ73(RAM)に結線される。74はクロック信号発生器(CLOCK)である。ROM 72には本実施例のバルブタイミング切替制御および故障診断を実現するルーチンがプログラムの形で格納されている。MPU 71はROM 72のかかる記憶内容に従って、バルブタイミング制御を行う。このプログラムは第7図にフローチャートとして示されており、以下こ

のフローチャートについて順を追って説明する。

第7図において100はこのルーチンの開始を示し、所定時間毎に実行される割込ルーチンである。MPU 71にこの時間割込要求が入ると、この割込ルーチンが実行に移り、101では、現在の運転状態からバルブタイミングの目標値 $V_{1,2,3,4,5}$ の演算を行う。即ち、MPU 71は、RAM 73の所定エリアに格納されているスロットル開度センサ51からのスロットル開度 $TA$ のデータ及び回転数センサ52からの回転数 $N_e$ のデータ、更には水温センサ53からの冷却水温 $THW$ のデータを取り込む。ROM 72には、第4図の如き等高線データがテーブルとして記憶されておりMPU 71は実測したスロットル開度 $TA$ 及び回転数 $N_e$ のデータよりそのときの目標バルブタイミングを例えばステップモータの、基準位置よりの回転角 $V_{1,2,3,4,5}$ として計算する。そしてそのときの冷却水温 $THW$ に応じ必要な補正を行う。

次の102では、MPU 71はRAM 73の所定エリアに格納されている現在のステップモータの回転角位置 $V_{1,2,3,4,5}$ を取り込み、上述の如く計算された目

標値  $V_{...}$  から減算する。この減算結果STEPは目標値に対するバルブタイミングの偏差をステップモータの回転すべきステップ数として表したものである。

103 では、STEP=0か否かの判定を行う。Yesであればバルブタイミングが目標値からずれていないと判断し、120へ進む。Noであればバルブタイミングが目標値からずれていると考えられ、104のステップに入る。

104 では、STEP>0か否かを判定する。Yesであればステップモータ36を正転させる方向に修正すべきと判断し、105で回転方向指示フラグDIRを“0”とする。またNoであれば、ステップモータ36を逆転する方向に修正すべきと判断し、106で回転方向指示フラグDIRを“1”とする。この場合、102で計算されるステップモータの回転すべきステップ数STEPは負となるから、107で絶対値をとり正符号に変換する。

次の108のステップでは、DIRが1か否かの判定を行う。Yesであればステップモータ36は逆転

すべきであり109で逆転処理を行う。MPU 71は、前回のステップ実行時のゲート62のON、OFFから、逆転すべきゲート62のON、OFF状態を計算し、出力ポート60よりラッチ61に書き込む。そのためステップモータ36は1ステップ逆転する。もし、108でNoの判定であれば110で同様にして正転処理が行われる。次に111では、STEPから1引いたものをSTEPと置き換え、112ではSTEPが0か否かの判定を行い、0となるまで108から111のステップを繰り返す。その結果、ステップモータは、目標値と制御値の偏差である102で計算されたステップ数だけ所定方向に回転する。

112のステップでYesの判定であれば、120へ進む。

112以降は可変バルブタイミング装置10の故障診断ルーチンである。

ステップ100から112までにおいてバルブタイミングが目標値に設定完了すると、120で冷却水温度THWが75℃以上であるか否かを判定する。Noの判定であれば故障診断は行わず129へ進みルーチ

ンを終了する。Yesであれば121へ進み機関の回転数Neが900rpmから1100rpmの範囲内にあるか否かを判定する。Noの判定であれば故障診断は行わず129へ進みルーチンを終了する。Yesであれば122へ進みスロットル開度TAが30°未満であるか否かを判定する。Noの判定であれば故障診断は行わず129へ進みルーチンを終了する。Yesであれば123へ進む。

123では、102で設定されたバルブタイミングと、実測されたスロットル開度TAとから、そのときの吸気管負圧 $P_{ss}$ の値を演算する。即ち、MPU 71は、RAM 73の所定エリアに格納されているスロットル開度センサ51からのスロットル開度TAのデータ及び回転数センサ52からの回転数Neのデータ、更には101で設定されたバルブタイミング $V_{...}$ のデータを取り込む。ROM 72には、第6図の如き、回転数Neとバルブタイミング $V_{...}$ とスロットル開度TAと吸気管負圧 $P_{ss}$ とが関連付けられたデータがテーブルとして記憶されておりMPU 71は実測したスロットル開度TA及び回転数Neのデータ及び

101で設定された目標位置 $V_{...}$ から吸気管負圧 $P_{ss}$ が計算される。

次の124では吸気管のスロットルバルブ下流側に設けられた吸気管圧力センサ54からの吸気管圧力のデータが現吸気管圧力 $P_r$ として取り込まれる。

ステップ125では、既述した機関本体の制御手段12の燃料噴射系制御回路内に格納されている大気圧 $P_a$ のデータを取り込み、124で取り込んだ現吸気管圧力 $P_r$ を減算する。この減算結果は実吸気管負圧 $P_s$ である。

ステップ126では、123にて計算された吸気管負圧 $P_{ss}$ から125で得られた実吸気管負圧 $P_s$ を減算し、その絶対値が5kPa以上であるか否かを判定する。Noの判定であれば正常であると判断し、129へ進みルーチンを終了する。Yesであれば127へ進む。

127では前回の時間カウンタ $C_{...}$ の値に1を加算し、128へ進む。

128では時間カウンタ $C_{...}$ が所定値（例えば

20) 以上であるか否かを判定する。判定がNoであればそのまま129へ進みルーチンを終了する。判定がYesであればここではじめて故障と判断され130へ進み故障を運転者に知らせるよう警告灯14を点灯させる。

次の131では可変バルブタイミング装置を最速側に戻すため、バルブタイミングの目標値 $V_{tgt}$ を0とする。そして132で $V_{tgt}$ に20を加えたものを $V_{tgt}$ と入れ換える。

以下ステップ102に戻り再度102以降のルーチンの実行により、アウトスリップ35は第2図の左方にストッパに当たるところまで移動する。132で20を加えた意味は、確実にストッパに当たるよう余裕値を加えたものである。かくして、故障が判定されたときにはバルブタイミングは最も遅れ側の値に戻される。

以上説明したように、本実施例ではバルブタイミングにより計算される吸気管負圧と実測の吸気管負圧とを比較することによって故障診断をする。(発明の効果)

本発明によれば、可変バルブタイミングシステムの故障診断装置として、従来より高度補正用センサとして内燃機関に備えられている吸気管圧力センサを流用するため、故障診断用センサとして特別なものを取り付ける必要がなくコストの低減が果たせる。

また、吸気管圧力センサは可変バルブタイミング装置に直接接触していないので可変バルブタイミング装置の作動等によるセンサ部材の磨耗等の故障を防げる他、機関に発生する高熱の影響を受けないため、熱によるセンサの劣化を防止できる等の効果もある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の概要を表すブロック図を示す。

第2図は、本発明による可変バルブタイミングシステムの全体構成図を示す。

第3図は、本実施例に使用する可変バルブタイミング装置の構成図を示す。

第4図は、本実施例に使用する可変バルブタイ

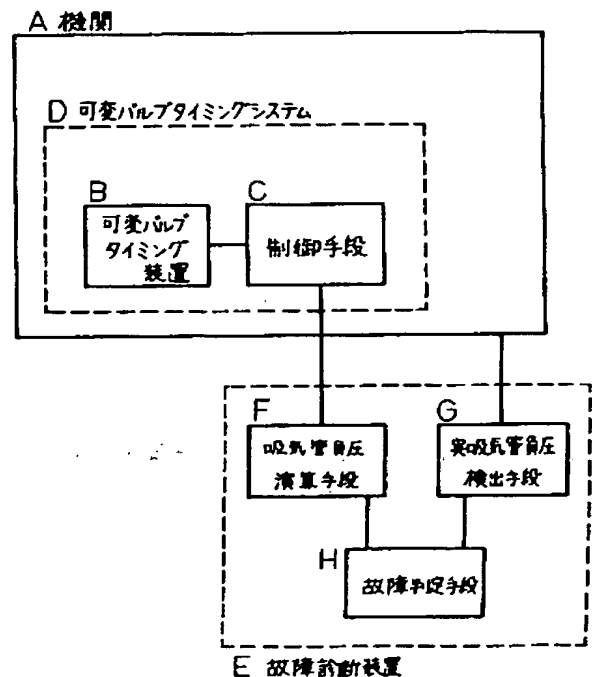
ミング装置の制御回路の構成を示すブロック図である。

第5図は、機関回転数及びスロットル開度の組合せに対するバルブタイミングの要求特性を示す線図、第6図は、ある機関回転数(1000rpm)のときのスロットル開度と吸気管負圧との関係を種々のバルブタイミングについて表したグラフである。

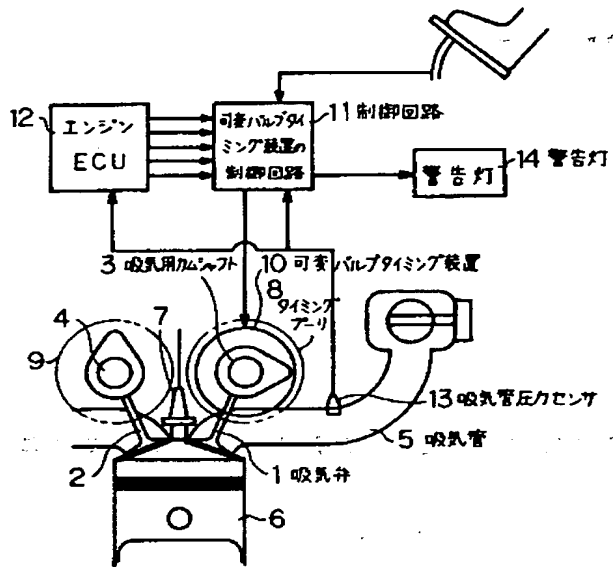
第7図は、可変バルブタイミングシステムおよびその異常診断の制御フローを示すフローチャートである。

#### 符号の説明

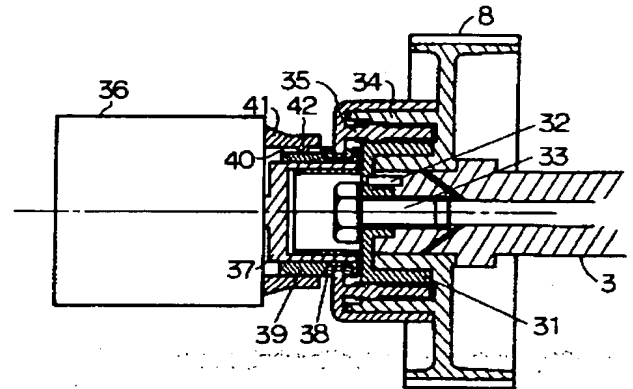
- 1 ..... 吸気弁
- 3 ..... 吸気用カムシャフト
- 5 ..... 吸気管
- 8 ..... タイミングブリー
- 10 ..... 可変バルブタイミング装置
- 11 ..... 制御回路
- 13 ..... 吸気管圧力センサ
- 14 ..... 警告灯



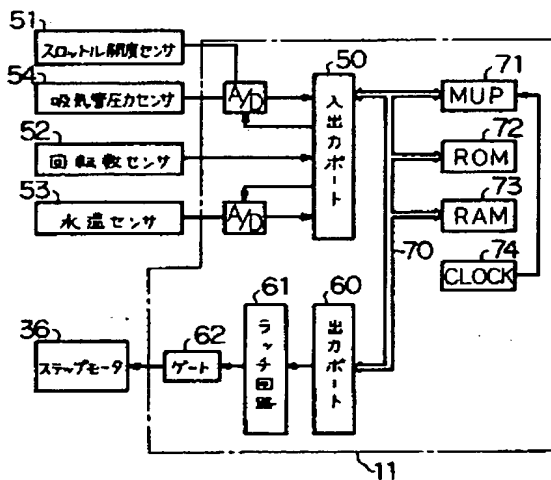
第1図



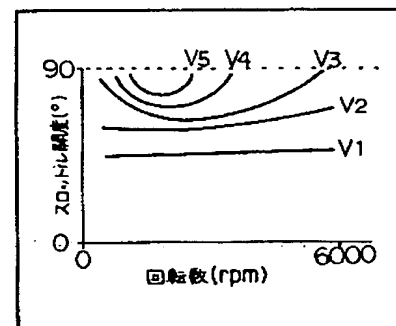
第 2 図



第 3 図

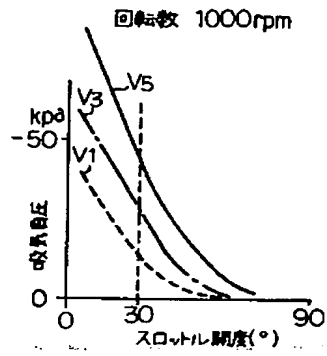


第 4 図

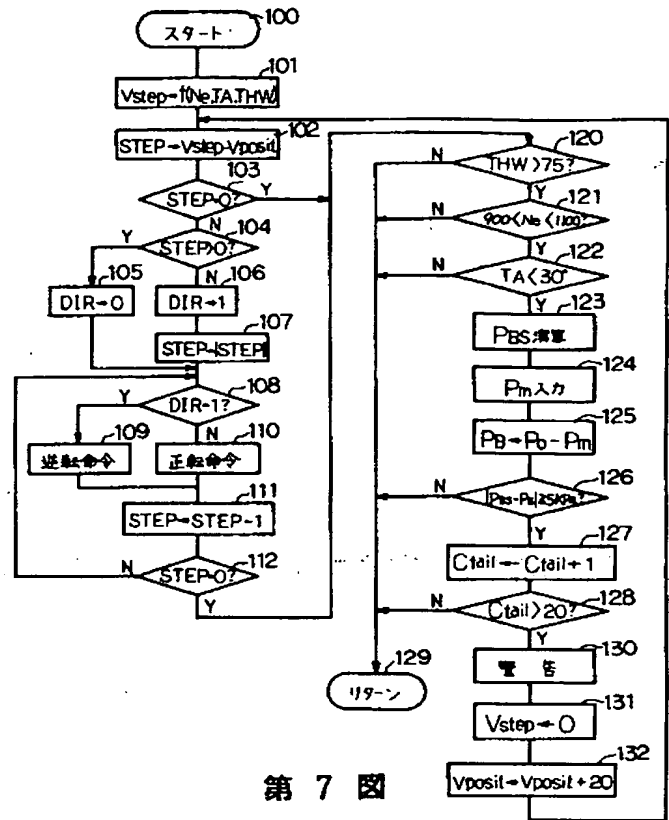


第 5 圖





第 6 図



第 7 図

## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-159426

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>F 02 D 13/02  
45/00

識別記号

3 6 6 G  
Z

庁内整理番号

6502-3G  
8109-3G

④ 公開 平成4年(1992)6月2日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑥ 発明の名称 可変バルブタイミングシステムの故障診断装置

⑦ 特 願 平2-281295

⑧ 出 願 平2(1990)10月18日

⑨ 発 明 者 柏 倉 利 美 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
⑩ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

可変バルブタイミングシステムの故障診断装置

## 2. 特許請求の範囲

内燃機関の吸排気弁のバルブタイミングを可変とする可変バルブタイミング装置と、

該可変バルブタイミング装置を機関の運転状態に応じて作動させる制御手段とを有する可変バルブタイミングシステムの故障診断装置であって、

前記制御手段によって指示されたバルブタイミング及び機関の運転状態に基づく吸気管負圧を演算する吸気管負圧演算手段と、

実際の吸気管負圧を検出する実吸気管負圧検出手段と、

前記吸気管負圧演算手段によって求められた吸気管負圧と前記実吸気管負圧検出手段によって検出された実際の吸気管負圧とを比較し、その差が所定値以上のとき故障と判定する故障判定手段とを有することを特徴とする可変バルブタイミングシステムの故障診断装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は内燃機関の吸排気弁のバルブタイミングを変更する可変バルブタイミングシステムの故障を診断する故障診断装置に関する。

〔従来の技術〕

一般に、エンジンの吸排気弁のバルブタイミングを、エンジンの運転状態に応じて変えることが望ましい。

そこで、従来より様々な可変バルブタイミングシステムが提案されており、エンジンの運転状態に応じて吸排気弁のバルブタイミングを変更するようにしている。

ところが、このような可変バルブタイミングシステムが設けられた機関の、可変バルブタイミング装置の故障時において、吸排気弁のバルブタイミングが、あるバルブタイミングに固定されると、バルブタイミングが異なる他の運転状態に悪い影響を与えるという不具合が生じる。例えば、高負荷用のバルブタイミングから、低負荷用のバルブ

タイミングへの切り換えが不能となった場合には、低負荷時においても高負荷用のバルブタイミングに従って運転されることとなるので、オーバーラップ量が大きすぎるためにガスの吹き抜け等が発生し、これに従って燃焼室への空気の充填量が減少し燃焼性が悪化する。特にアイドル時の場合、このようなエンジンにおいては通常、低負荷用バルブタイミングによって運転されるようになっていたため、高負荷用バルブタイミングで運転されるとオーバーラップ量が大きすぎて残留ガス量が増大し、エンジンストールが発生する恐れがある。

そこで、吸排気弁のバルブタイミングを可変的に制御できる可変バルブタイミングシステムが設けられた機関において、可変バルブタイミング装置に故障が生じたときに、所定のバルブタイミングに強制的に戻し、一定の運転性能を確保するようにした可変バルブタイミングシステムの故障診断装置が特開昭60-159409号公報によって提案されている。これによれば、可変バルブタイミング装置の移動部材に連係するポジションセ

ンサが設けられ、制御回路によって指示された移動部材の目標位置とそのポジションセンサによって実測された移動部材の位置とを比較し、実測の位置が指示された目標位置でない状態が所定時間以上続けば故障と判定するようにしている。

(発明が解決しようとする課題)

ところが、上記のような可変バルブタイミングシステムの場合、故障診断のために前記ポジションセンサ等、特別な装置が必要となるため、コストの増大、製造性の悪化、システムの複雑化等の問題があった。

従って本発明では、前記移動部材の位置をパラメータとせず、その代用値として、各諸条件を固定としたとき、バルブタイミングに対して、線形な関係となる他のパラメータのうち、従来より機関の制御に使用していたパラメータを用いて故障診断を行うことにより、故障診断装置として特別な装置を設けることなく、上記問題を解決することを目的としている。

(課題を解決するための手段)

上記目的を達成する本発明の構成が、第1図のクレーム対応図に示される。すなわち本発明は、内燃機関Aの吸排気弁のバルブタイミングを可変とする可変バルブタイミング装置Bと、該可変バルブタイミング装置Bを機関の運転状態に応じて作動させる制御手段Cとを有する可変バルブタイミングシステムDの故障診断装置Eであって、該故障診断装置Eは、前記制御手段Cによって指示されたバルブタイミング及び機関Aの運転状態に基づく吸気管負圧を演算する吸気管負圧演算手段Fと、実際の吸気管負圧を検出する実吸気管負圧検出手段Gと、前記吸気管負圧演算手段Fによって求められた吸気管負圧と前記実吸気管負圧検出手段Gによって検出された実測の吸気管負圧とを比較し、その差が所定値以上のとき故障と判定する故障判定手段Hとを有することを特徴とする。

(作用)

前記制御手段が、そのときの運転状態に応じたバルブタイミングとなるよう前記可変バルブタイミング装置に指示すると、前記吸気管負圧演算手

段により、そのとき前記制御手段が指示したバルブタイミングと、そのときの機関運転状態に基づき、吸気管負圧が推定演算される。同時に、前記実吸気管負圧検出手段によりそのときの実測の吸気管負圧が検出される。次に、前記故障判定手段により、演算された吸気管負圧と実測の吸気管負圧とが比較され、その差が所定値以上であれば故障と判定される。

従って、故障診断装置として、特別に新たな装置を必要とせず、従来から機関に設けて使用されている吸気管圧力センサを流用するため、コストの低減、システムの簡素化が果たせる。

(実施例)

以下、図面に基づいて本発明による実施例を説明する。

第2図は本実施例による可変バルブタイミングシステムの全体構成図を示す。

1は吸気弁、2は排気弁、3は吸気用カムシャフト、4は排気用カムシャフト、5は吸気管、6はピストン、7は点火栓である。

この内燃機関は所謂DOHC型の内燃機関であり、吸気用、排気用のカムシャフトそれぞれは、その軸端にタイミングプーリ8、9が取り付けられ、タイミングベルト（図示せず）によってクランク軸上のプーリ（図示せず）に巻き掛けられている。これらカムシャフト8、9の回転中に、吸気弁1、排気弁2が開弁することは周知の通りである。本実施例では吸気用カムシャフト3に後述する可変バルブタイミング装置10が設けられ、吸気弁1のバルブタイミングを変更できるようになっている。

吸気管には吸気圧力センサ13が高度補正用の大気圧検出手段として設けられており、イグニッションスイッチONの直後、または低回転であってスロットル開度が全開のとき、吸気管圧力は大気圧に等しいものとして吸気管圧力センサからの信号を取り込み、大気圧の高低により燃料噴射量を制御する。例えば、機関の回転数が所定回転数以下でかつスロットル開度が全開であるとき、前記吸気管圧力センサからの信号を取り込み、その信号がほぼ大気圧に等しいとして、検出された大気

圧より吸入空気量を算出し、その吸入空気量に応じた燃料噴射量となるよう燃料噴射量を補正制御する。

吸気管圧力センサ13は、可変バルブタイミング装置10の制御回路11にもその検出信号を送っており、後述する故障診断に実吸気管負圧信号として用いる。

14は警告灯であり、システムの故障診断により故障が判定されると点灯され、運転者に故障を知らせる。

尚、この発明はSOHC型の内燃機関にも応用することができるほか、可変バルブタイミング装置も公知の色々なタイプのものが採用できる。例えば第3図のような構成とすることができる。

第3図に示した本実施例に使用する可変バルブタイミング装置について説明する。

吸気用カムシャフト3には、その軸端部周面に、インナスリーブ31がノックピン32および、ボルト33によって、カムシャフト3と一体に取り付けられている。

そのインナスリーブ31内周とカムシャフト3外周の間にはタイミングプーリ8のボス部がカムシャフト3と相対回転可能にかつ軸方向移動不能に挟持されている。

タイミングプーリ8には前記インナスリーブ31外周側を覆うようにカムシャフト3に同軸の筒状部34が形成されている。

前記インナスリーブ31の外周面および、前記筒状部34の内周面には、それぞれその全周にわたりはす歯が形成されており、インナスリーブ31と前記筒状部34の間には内外周にはす歯を有するアウトスリーブ35が前記インナスリーブ31外周の歯および前記タイミングプーリ8の筒状部34内周の歯に噛合するよう配設されている。

アウトスリーブ35はステップモータ36の駆動部37に相対回転可能にベアリング38を介して取り付けられている。

ステップモータ36の駆動部37の外周面には外ネジが形成されウォームギヤとして構成されており、前記ベアリング38の内周面には内ネジが形成され、

前記ステップモータ36の駆動部37と相対回転可能に噛合されている。

また、前記ベアリング38のステップモータ36側は軸方向に延長部39が形成されており、該延長部39の外周面の一部には軸方向に溝40が設けられ、ステップモータ36のハウジングに設けられた筒状のガイド部材41の内周面の一部に形成された突起部42と係合し、前記ベアリング38の回転方向への移動を阻止すると共に軸方向への相対移動を可能としている。

ステップモータ36によりその駆動部37が回転するとその外周に噛合され回転方向への移動が阻止されているベアリング38は軸方向へ移動し、更にはベアリング38に取り付けられたアウトスリーブ35が軸方向に移動する。

アウトスリーブ35が軸方向に移動するとインナスリーブ31とタイミングプーリ8の筒状部34が相対回転し、カムシャフト3とタイミングプーリ8との回転位相がずれることにより、バルブタイミングが変更される。

ここにおいて、前記ステップモータの駆動部37が正転すれば前記アウトスリーブ35が第3図の右方に行きバルブタイミングは進み側のタイミングとなり、駆動部37が逆転すればアウトスリーブ35は左方に行きバルブタイミングは遅れ側になるとする。

バルブタイミングは、機関の運転状態、例えば機関回転数 $N_e$ 、負荷を代表するスロットル開度 $TA$ 等で定まり、例えば、機関回転数 $N_e$ とスロットル開度 $TA$ とについていえば第5図の如く等高線 $V_1, V_2, \dots$ に従って変化する。本実施例では第5図の様な等高線はテーブルとしてコンピュータのメモリに記憶されており、機関の運転中に実測される回転数 $N_e$ 、スロットル開度 $TA$ 等よりテーブル中の一点が目標バルブタイミング位置として計算設定され、可変バルブタイミング装置10に指示される。

可変バルブタイミング装置10は、制御回路11により作動が制御されるが、制御回路11はマイクロコンピュータとしての機能を持つ。制御回路11には種々の運転状態検知センサ群からの信号が入力

されている。回転数センサ52はクランク軸上に設けた検知片の位置に応じたパルス信号を発生する。スロットル開度センサ51はスロットル弁の全閉状態を基準にスロットル弁の移動角度を検知する。水温センサ53はシリンダブロックのウォータジャケット内の冷却水に接触するように設けられ冷却水温 $THW$ を検知する。また吸気管圧力センサ54は吸気管のスロットル弁下流に設けられ、吸気管圧力 $P$ を検知する。

制御回路11はこれらのセンサ群からの信号を処理しステップモータの駆動信号を形成する。

第4図は制御回路11の大略をブロック図として示すものである。入出力ポート50はスロットル開度センサ51、回転数センサ52、水温センサ53、吸気管圧力センサ54からの信号を受ける。出力ポート60は、ラッチ回路61、ゲート62を介してステップモータ36のステータコイルに結線される。ステップモータ36は、複数の励磁コイルを持ち、磁化すべき励磁コイルを順次選択することにより、所定方向に1ステップ毎に回転する。ゲート62は、

そのような複数の励磁コイルのうちの磁化すべき一部の励磁コイルを選択する役目を持つ。また、ラッチ回路61は、ステップモータの回転すべき方向および回転すべきステップ数をマイクロコンピュータより指令を受け、それを実行するようゲート62の開閉命令を所定シーケンスに従って出力する役目を負う。尚、ステップモータ36の詳細構造については、本発明の特徴と無関係であるからここでは詳しい説明は省略する。

入出力ポート50及び出力ポート60はバス70によってマイクロコンピュータシステムの構成要素である、マイクロプロセッシングユニット71(MPU)、リードオンリメモリ72(ROM)、ランダムアクセスメモリ73(RAM)に結線される。74はクロック信号発生器(CLOCK)である。ROM 72には本実施例のバルブタイミング切替制御および故障診断を実現するルーチンがプログラムの形で格納されている。MPU 71はROM 72のかかる記憶内容に従って、バルブタイミング制御を行う。このプログラムは第7図にフローチャートとして示されており、以下こ

のフローチャートについて順を追って説明する。

第7図において100はこのルーチンの開始を示し、所定時間毎に実行される割込ルーチンである。MPU 71にこの時間割込要求が入ると、この割込ルーチンが実行に移り、101では、現在の運転状態からバルブタイミングの目標値 $V_{\dots}$ の演算を行う。即ち、MPU 71は、RAM 73の所定エリアに格納されているスロットル開度センサ51からのスロットル開度 $TA$ のデータ及び回転数センサ52からの回転数 $N_e$ のデータ、更には水温センサ53からの冷却水温 $THW$ のデータを取り込む。ROM 72には、第4図の如き等高線データがテーブルとして記憶されておりMPU 71は実測したスロットル開度 $TA$ 及び回転数 $N_e$ のデータよりそのときの目標バルブタイミングを例えばステップモータの、基準位置よりの回転角 $V_{\dots}$ として計算する。そしてそのときの冷却水温 $THW$ に応じ必要な補正を行う。

次の102では、MPU 71はRAM 73の所定エリアに格納されている現在のステップモータの回転角位置 $V_{\dots}$ を取り込み、上述の如く計算された目

目標値  $V_{\dots}$  から減算する。この減算結果STEPは目標値に対するバルブタイミングの偏差をステップモータの回転すべきステップ数として表したものである。

103 では、STEP=0か否かの判定を行う。Yesであればバルブタイミングが目標値からずれていないと判断し、120へ進む。Noであればバルブタイミングが目標値からずれていると考えられ、104のステップに入る。

104 では、STEP>0か否かを判定する。Yesであればステップモータ36を正転させる方向に修正すべきと判断し、105で回転方向指示フラグDIRを“0”とする。またNoであれば、ステップモータ36を逆転する方向に修正すべきと判断し、106で回転方向指示フラグDIRを“1”とする。この場合、102で計算されるステップモータの回転すべきステップ数STEPは負となるから、107で絶対値をとり正符号に交換する。

次の108のステップでは、DIRが1か否かの判定を行う。Yesであればステップモータ36は逆転

すべきであり109で逆転処理を行う。MPU 71は、前回のステップ実行時のゲート62のON、OFFから、逆転すべきゲート62のON、OFF状態を計算し、出力ポート60よりラッチ61に書き込む。そのためステップモータ36は1ステップ逆転する。もし、108でNoの判定であれば110で同様にして正転処理が行われる。次に111では、STEPから1引いたものをSTEPと置き換え、112ではSTEPが0か否かの判定を行い、0となるまで108から111のステップを繰り返す。その結果、ステップモータは、目標値と制御値の偏差である102で計算されたステップ数だけ所定方向に回転する。

112のステップでYesの判定であれば、120へ進む。

112以降は可変バルブタイミング装置10の故障診断ルーチンである。

ステップ100から112までにおいてバルブタイミングが目標値に設定完了すると、120で冷却水温度TBWが75℃以上であるか否かを判定する。Noの判定であれば故障診断は行わず129へ進みルーチ

ンを終了する。Yesであれば121へ進み機関の回転数Neが900rpmから1100rpmの範囲内にあるか否かを判定する。Noの判定であれば故障診断は行わず129へ進みルーチンを終了する。Yesであれば122へ進みスロットル開度TAが30°未満であるか否かを判定する。Noの判定であれば故障診断は行わず129へ進みルーチンを終了する。Yesであれば123へ進む。

123では、102で設定されたバルブタイミングと、実測されたスロットル開度TAとから、そのときの吸気管負圧  $P_{ss}$  の値を演算する。即ち、MPU 71は、RAM 73の所定エリアに格納されているスロットル開度センサ51からのスロットル開度TAのデータ及び回転数センサ52からの回転数Neのデータ、更には101で設定されたバルブタイミング  $V_{\dots}$  のデータを取り込む。ROM 72には、第6図の如き、回転数Neとバルブタイミング  $V_{\dots}$  とスロットル開度TAと吸気管負圧  $P_{ss}$  とが関連付けられたデータがテーブルとして記憶されておりMPU 71は実測したスロットル開度TA及び回転数Neのデータ及び

101で設定された目標位置  $V_{\dots}$  から吸気管負圧  $P_{ss}$  が計算される。

次の124では吸気管のスロットルバルブ下流側に設けられた吸気管圧力センサ54からの吸気管圧力のデータが現吸気管圧力  $P_r$  として取り込まれる。

ステップ125では、既述した機関本体の制御手段12の燃料噴射系制御回路内に格納されている大気圧  $P_a$  のデータを取り込み、124で取り込んだ現吸気管圧力  $P_r$  を減算する。この減算結果は実吸気管負圧  $P_s$  である。

ステップ126では、123にて計算された吸気管負圧  $P_{ss}$  から125で得られた実吸気管負圧  $P_s$  を減算し、その絶対値が5kPa以上であるか否かを判定する。Noの判定であれば正常であると判断し、129へ進みルーチンを終了する。Yesであれば127へ進む。

127では前回の時間カウンタ  $C_{\dots}$  の値に1を加算し、128へ進む。

128では時間カウンタ  $C_{\dots}$  が所定値（例えば

20) 以上であるか否かを判定する。判定がNoであればそのまま129へ進みルーチンを終了する。判定がYesであればここではじめて故障と判断され130へ進み故障を運転者に知らせるよう警告灯14を点灯させる。

次の131では可変バルブタイミング装置を最速側に戻すため、バルブタイミングの目標値 $V_{tgt}$ を0とする。そして132で $V_{tgt}$ に20を加えたものを $V_{tgt}$ と入れ換える。

以下ステップ102に戻り再度102以降のルーチンの実行により、アウトスリップ35は第2図の左方にストップに当たるところまで移動する。132で20を加えた意味は、確実にストップに当たるよう余裕値を加えたものである。かくして、故障が判定されたときにはバルブタイミングは最も遅側の値に戻される。

以上説明したように、本実施例ではバルブタイミングにより計算される吸気管負圧と実際の吸気管負圧とを比較することによって故障診断をする。(発明の効果)

本発明によれば、可変バルブタイミングシステムの故障診断装置として、従来より高度補正用センサとして内燃機関に備えられている吸気管圧力センサを流用するため、故障診断用センサとして特別なものを取り付ける必要がなくコストの低減が果たせる。

また、吸気管圧力センサは可変バルブタイミング装置に直接接触していないので可変バルブタイミング装置の作動等によるセンサ部材の磨耗等の故障を防げる他、機関に発生する高熱の影響を受けないため、熱によるセンサの劣化を防止できる等の効果もある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の概要を表すブロック図を示す。

第2図は、本発明による可変バルブタイミングシステムの全体構成図を示す。

第3図は、本実施例に使用する可変バルブタイミング装置の構成図を示す。

第4図は、本実施例に使用する可変バルブタイ

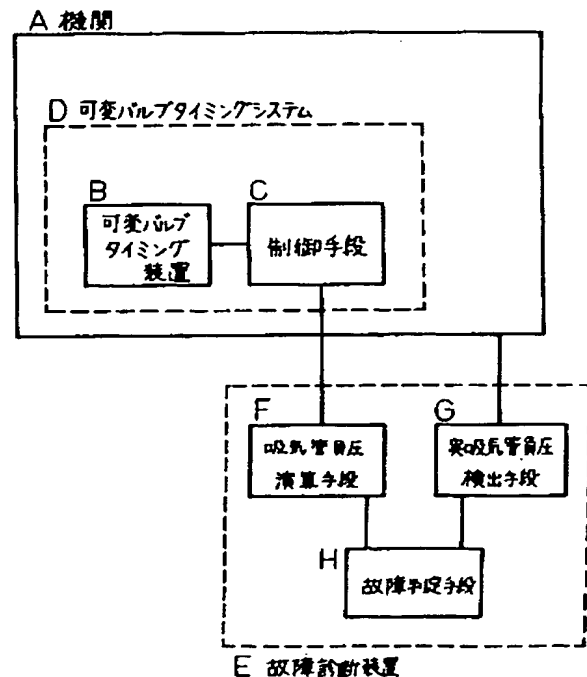
ミング装置の制御回路の構成を示すブロック図である。

第5図は、機関回転数及びスロットル開度の組合せに対するバルブタイミングの要求特性を示す線図、第6図は、ある機関回転数(1000rpm)のときのスロットル開度と吸気管負圧との関係を示すグラフである。

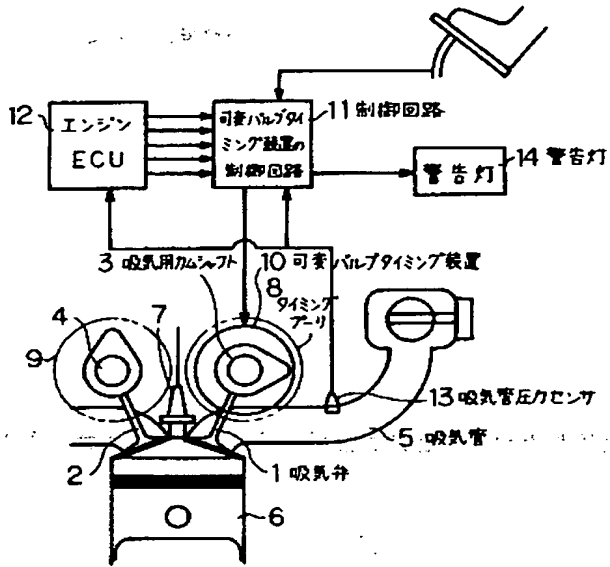
第7図は、可変バルブタイミングシステムおよびその異常診断の制御フローを示すフローチャートである。

#### 符号の説明

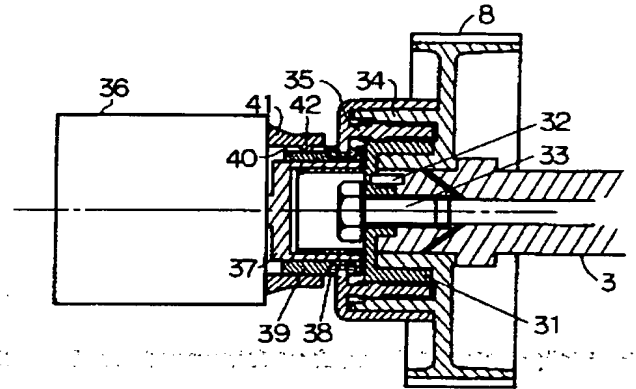
- 1 ..... 吸気弁
- 3 ..... 吸気用カムシャフト
- 5 ..... 吸気管
- 8 ..... タイミングプーリ
- 10 ..... 可変バルブタイミング装置
- 11 ..... 制御回路
- 13 ..... 吸気管圧力センサ
- 14 ..... 警告灯



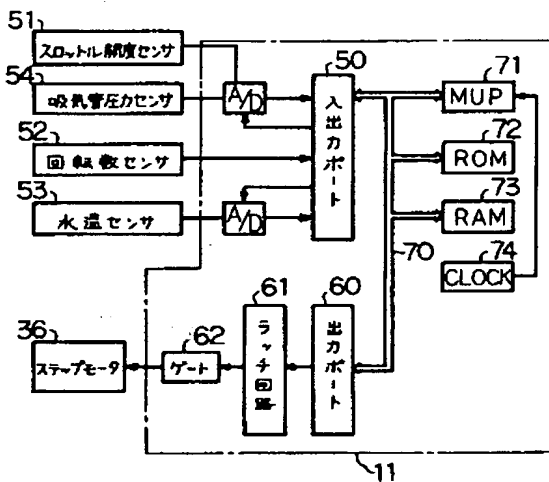
第1図



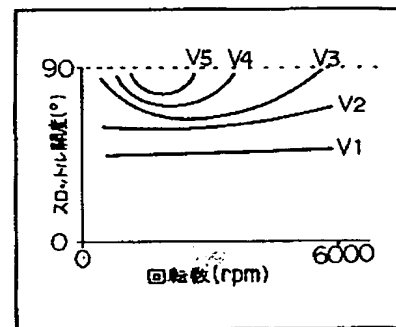
第 2 図



第 3 図

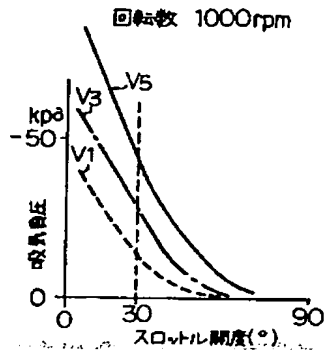


第 4 図

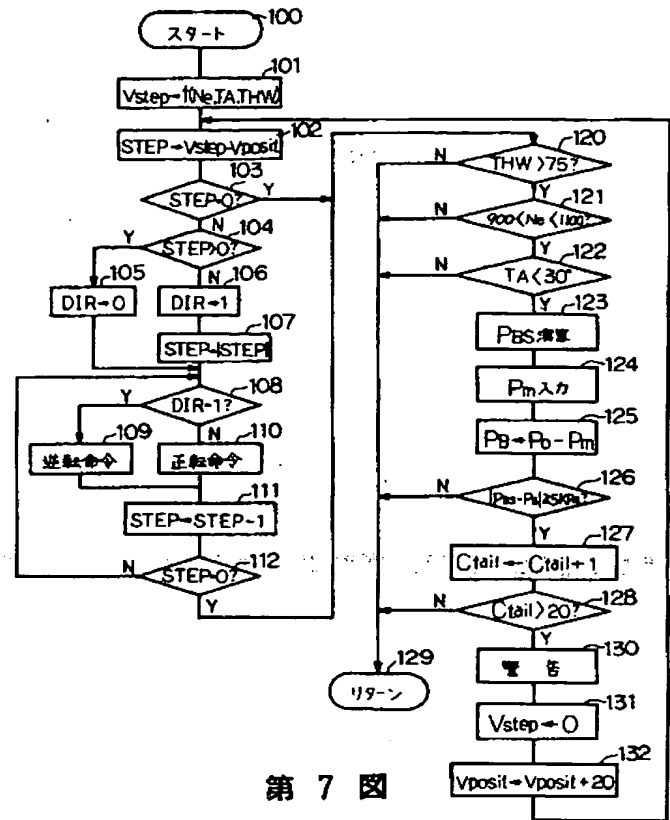


第 5 図





第 6 図



第 7 図